

Steffen JUSKOWIAK, Braunschweig

Zur Wirkung von Selbstreflexion beim Bearbeiten mathematischer Probleme

Die Suche nach und die Erforschung von möglichen Maßnahmen zur Befähigung von SchülerInnen, mathematische Probleme zu lösen, ist ein Wissenschaftsgebiet von großer Relevanz. In möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Problemlösefähigkeit, die u. a. von KILPATRICK (1985) veröffentlicht worden sind, wird auch die Reflexion eigener Problemlösebemühungen aufgeführt. Dies legt nahe, dass das aus der Denkpsychologie bekannte Phänomen der Selbstreflexion (das Nachdenken über eigenes Denken und Handeln) eine geeignete Maßnahme zur Förderung der Problemlösefähigkeit sein kann. Bei einer genauen Sichtung bisheriger Veröffentlichungen in diesem Themengebiet, die insbesondere durch DÖRNER geprägt worden sind, wird jedoch ein Mangel an deskriptiven Erkundungen zur Selbstreflexion von SchülerInnen beim Bearbeiten mathematischer Probleme deutlich. Bisherige Studien, insbesondere zur Wirkung von Selbstreflexionen auf Problembearbeitungsprozesse, waren überwiegend präskriptiv-normativ angelegt. Selbstreflexionen wurden z. B. durch geplante Pausen und Fragen von Versuchsleitern extern angeregt. Außerdem wurden zumeist außermathematische Probleme verwendet, die von Erwachsenen bearbeitet worden sind. (vgl. z. B. TISDALE 1998)

Eigene Erkundungen und zugehörige Methodologie

Um das Wissen über nicht extern angeregte Selbstreflexionen bei SchülerInnen anzureichern und dabei insbesondere die Wirkung auf Problembearbeitungsprozesse zu untersuchen, wurde ein qualitativ angelegtes Forschungsprojekt initiiert. Dieses hat die deskriptive Erforschung von Selbstreflexionen, die vor der Beendigung der Problemlösebemühungen auftreten, zum Ziel. Als Probanden konnten dafür 16 ElftklässlerInnen Braunschweiger Gymnasien gewonnen werden. Diese haben individuell in fünf Sitzungen in regelmäßigen zeitlichen Abständen je ein geometrisches Beweisproblem bearbeitet und wurden währenddessen videographiert. Den Probanden stand je Problem eine Bearbeitungszeit von einer Stunde zur Verfügung. Außer der Aufforderung, das jeweils vorgelegte Problem zu bearbeiten und dabei laut zu denken, erfolgten keine weiteren Instruktionen. Zur Erforschung der während der Problembearbeitungen aufgetretenen Selbstreflexionen wurde zunächst eine geeignete Methodik entwickelt, um diese in Problembearbeitungsprozessen zu identifizieren.

Grundlage der Überlegungen ist aufbauend auf dem Steuerungsschritt-Arbeitsschritt-Modell von HEINRICH (2004) die Annahme, dass Arbeitsschritte (Träger kognitiver Verhaltensweisen) während der Problembearbeitung durch fakultativ auftretende Selbstreflexionen als Teile von Steuerungsschritten (Träger metakognitiver Verhaltensweisen) unterbrochen werden. Außerdem wird angenommen, dass sich zumindest ein Teil der ablaufenden Selbstreflexionen in den Verbalisierungen von Menschen und damit auf der Ebene der äußeren Sprache unter Zuhilfenahme eines geeigneten Arbeitsbegriffes (s. u.) identifizieren lassen. Entsprechend waren die Probanden aufgefordert, während der Problembearbeitungen laut zu denken. (Im Folgenden sind mit Selbstreflexionen stets anhand der Verbalisierungen der Versuchspersonen erkennbare Selbstreflexionen gemeint.) Das so gewonnene Material wurde zunächst hinsichtlich des beschrittenen Problembearbeitungsweges und der dabei verbalisierten Selbstreflexionen mit Hilfe der Methode der konsensuellen Validierung (vgl. MAIER 1991) ausgewertet. Zur Identifizierung verbalisierter Selbstreflexionen dient folgender Arbeitsbegriff: *„Selbstreflexion ist das Auseinandersetzen mit dem während der aktuellen Problembearbeitung selbst Getanem vor Beendigung der Problemlösebemühungen.“*

Davon ausgehend wurden die identifizierten Selbstreflexionen charakterisierende Merkmale herausgearbeitet und Kriterien zur Bewertung der Wirkung von Selbstreflexionen auf den Problembearbeitungsprozess entwickelt. Aus den Befunden haben sich Anregungen für das Verständnis und die unter gewissen Bedingungen mögliche Förderung der Problemlösefähigkeit durch Selbstreflexionen ergeben. Im Folgenden werden diese Befunde überblicksartig vorgestellt.

Auszüge aus den Forschungsbefunden

Insgesamt wurden für alle der 16 Versuchspersonen jeweils die letzten drei Problembearbeitungsprozesse hinsichtlich des Auftretens verbalisierter Selbstreflexionen analysiert. Es konnten dabei 21 Selbstreflexionen identifiziert werden. Keine der Versuchspersonen reflektierte in allen drei betrachteten Problembearbeitungen erkennbar, mehrere jedoch in zweien, nur in einer oder gar keiner. Die Häufigkeit von Selbstreflexionen hat mit steigendem Schwierigkeitsgrad der vorgelegten Probleme deutlich abgenommen.

Hinsichtlich der herausgearbeiteten Merkmale von Selbstreflexionen sei auf JUSKOWIAK (2012) verwiesen.

Bei der Bewertung der Wirkung von Selbstreflexionen auf den Problembearbeitungsprozess wird zwischen Selbstreflexionen unterschieden, deren

Wirkung bewertet und deren Wirkung anhand der vorliegenden Informationen nicht bewertet werden kann. Im ersten Fall ist es weiterhin möglich, zwischen lösungsförderlichen, lösungshinderlichen und Selbstreflexionen ohne erkennbare Wirkung bzgl. der Zielerreichung zu unterscheiden. Eine Selbstreflexion wird als lösungsförderlich bewertet, wenn sich die Versuchsperson durch sie dem Ziel der Problembearbeitung weiter annähert. Als lösungshinderlich wird sie bewertet, wenn sich die Versuchsperson vom Ziel entfernt. Ist weder eine weitere Annäherung an das noch eine Entfernung vom Ziel erkennbar, wird die Selbstreflexion als Selbstreflexion ohne erkennbare Wirkung bzgl. der Zielerreichung bewertet.

Von 23 Selbstreflexionen konnte bei 20 die Wirkung anhand der vorliegenden Informationen bewertet werden. Drei dieser Selbstreflexionen wurden als lösungshinderlich, elf als Selbstreflexionen ohne erkennbare Wirkung bzgl. der Zielerreichung und sechs als lösungsförderlich bewertet. (Eine der 21 Selbstreflexionen musste für die Bewertung hinsichtlich ihrer Wirkung in drei getrennt zu bewertende Teile unterteilt werden.)

Als lösungsförderlich bewertete Selbstreflexionen wurden überwiegend durch einen Misserfolg ausgelöst, zeichnen sich durch eine globale (vollständige) Betrachtung zumindest des aktuellen Lösungsanlaufes (so genannte Reichweite der Selbstreflexion) und einen linearen Aufbau der Selbstreflexion aus. Letzteres meint ein chronologisches Auseinandersetzen mit dem bisher Getanen von einem Startpunkt bis zu einem Endpunkt. Drei der als lösungsförderlich bewerteten Selbstreflexionen weichen in jeweils genau einem Merkmal von den oben genannten ab. (vgl. auch NICKEL 2012)

Bei einer genaueren Betrachtung der Selbstreflexionen ohne erkennbare Wirkung bzgl. der Zielerreichung zeigt sich, dass ein großer Anteil dieser Selbstreflexionen das Potenzial gehabt hat, lösungsförderlich zu sein. Dies ist jedoch insbesondere durch das zumindest temporäre Fehlen relevanten mathematischen Wissen bzw. mathematischer Fertigkeiten verhindert worden. Damit wird die große Bedeutung auch des fachmathematischen Wissen bzw. die Beherrschung entsprechender Fertigkeiten für das Lösen mathematischer Probleme verdeutlicht. (vgl. auch NICKEL ebenda)

Während der Analysen hat sich gezeigt, dass die Probanden nicht immer den so genannten Gegenstand der Selbstreflexionen wie von den Auswertern als sinnvoll angesehen wählen. Bei fünf Selbstreflexionen betrachteten die Probanden das während der Arbeit am Problem eingesetzte mathematische Wissen bzw. die eingesetzten Fertigkeiten, während aus Sicht der Auswerter eine Betrachtung des strategischen Vorgehens sinnvoller gewesen wäre. Der umgekehrte Fall trat bei einer Selbstreflexion auf.

Gewonnene didaktische Anregungen

Die Wirkung von Selbstreflexionen wird nach den bisherigen Befunden zum einen durch die Verfügbarkeit mathematischen Wissens und mathematischer Fertigkeiten, das Wissen über strategisches Vorgehen und die Fähigkeiten zu dessen Umsetzung als situativ wenig veränderbare Faktoren bedingt. Zum anderen haben der Aufbau, die Reichweite und der Gegenstand als situativ stark veränderbare Faktoren ebenfalls Einfluss auf die Wirkung von Selbstreflexionen. Damit sind Faktoren bekannt, durch die auf die Wirkung von Selbstreflexionen Einfluss genommen werden kann.

Sollten sich die oben genannten Befunde in größerem Rahmen bestätigen, kann Selbstreflexion als Mittel zur Zielerreichung dienen, insbesondere wenn beim Bearbeiten eines mathematischen Problems ein Misserfolg auftritt und sie anschließend mit einer globalen Reichweite mit linearem Aufbau durchgeführt wird. Die Kenntnis dieser möglichen Maßnahme und das Vermögen, Selbstreflexion zu betreiben, dienen somit der Förderung der Problemlösefähigkeit.

Mitentscheidend für die Entfaltung der Wirkung der Selbstreflexion ist aber neben dem verfügbaren Wissen und Fertigkeiten die richtige Wahl des Gegenstandes der Selbstreflexionen. Hier erscheint eine stärkere Betrachtung bzw. Überprüfung des strategischen Vorgehens als bisher angebracht. Als eine Voraussetzung dafür wird die stärkere Sensibilisierung von SchülerInnen im Schulunterricht für die Betrachtung des eigenen strategischen Vorgehens angesehen.

Literatur

- Heinrich, F. (2004). *Strategische Flexibilität beim Lösen mathematischer Probleme*. Hamburg: Dr. Kovac.
- Juskowiak, S. (2012). Ist Selbstreflexion beim Bearbeiten mathematischer Probleme lösungsförderlich? In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012* (S. 421 – 424). Münster: Wissenschaftliche Texte Münster.
- Kilpatrick, J. (1985): A Retrospective Account of the Past 25 Years on Teaching Mathematical Problem Solving. In: Silver, E.A. (Ed.): *Teaching and Learning Mathematical Problem Solving: Multiple Research Perspectives* (S. 1 – 15). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Maier, H. (1991). Interpretative Forschung im Bereich der Mathematikdidaktik. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 1991* (S. 97 – 107). Bad Salzdetfurth: Franzbecker.
- Nickel, S. (2012). *Selbstreflexionen von Schülerinnen und Schülern beim Bearbeiten mathematischer Probleme*. Masterarbeit, TU Braunschweig (Fakultät 6).
- Tisdale, T. (1998): *Selbstreflexion, Bewusstsein und Handlungsregulation*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.